

学校编码: 10384

密级_____

学号: 23320081153289

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

KL 变换高斯模型的人脸检测算法研究及实现

Research and Implementation of Face Detection Algorithm
based on KL-Gaussian Model

孔祥平

指导教师姓名: 姚彦教授

专 业 名 称: 通信与信息系统

论文提交日期: 2011 年 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2011 年 月

厦门大学博士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

删除的内容:
厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

声明人(签名):
年 月 日

-----分页符-----

带格式的: 两端对齐

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：
() 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

() 2. 不保密，适用上述授权。
(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文
应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密
委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认
为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人（签名）：
年 月 日

带格式的：字体：(默认)
黑体，(中文) 黑体，二号

带格式的：缩进：首行缩
进： 0 字符

删除的内容: 厦门大学学位
论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。
本学位论文属于：
() 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
(√) 2. 不保密，适用上述授权。
(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容)

声明人（签名）：
年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

人脸检测作为计算机视觉和交互领域以及模式识别的经典问题,长期以来一直备受关注,近年来随着宽带无线通信网络迅速发展,人脸检测在安全访问、视觉监测、数字视频处理、基于目标的视频压缩、基于内容的检索和新一代人机交互等领域的广泛应用迫切需求,成为目前无线通信、安全监控及应急通信等研究热点和关键技术。

本文在分析和比较现有经典人脸检测算法基础上,针对复杂背景下的多姿态、有遮挡物人脸检测普遍存在的准确率不高,速度较低的问题,从现有高斯建模人脸检测算法研究出发,剖析 KL 正交变换算法应用在人脸肤色检测的优势,提出基于 KL 变换的高斯模型人脸检测算法,并在 TMS320DM6437 平台上设计并实现了整个算法。此外,结合 DSP 平台优势,提出系统 DSP 优化实现方案,主要包括编译器优化,优化编译选项,提高代码性能;代码级优化,浮点算法定点化,定点实现 KL 变换算法;算法级别优化,针对耗时算法模块,改进算法,包括高斯算法实现改进、腐蚀膨胀算法实现优化、快速人脸标记算法改进;最后汇编级优化,对耗时核心代码部分采用线性汇编实现,提高代码并行处理能力。最后构建了基于 KL 变换高斯人脸检测试验系统,并对该系统采用自制人脸图像数据库进行测试。实验结果显示本文提出的基于 KL 变换高斯人脸检测算法在多姿态、有遮挡物情景下检测率高,实时性好,鲁棒性强,对监控系统的智能化发展具有重要的实际意义。

关键词: 人脸检测; KL 变换; 高斯模型; DSP 优化

厦门大学博士论文摘要库

Abstract

Human face detection plays an important role in applications such as secure access, video surveillance, digital video processing, video coding systems of target-based, content-based video retrieval and the new generation human computer interface. Recent years, human face detection is taken into account as an independent research project.

In view of the poor detection rate and low speed of the detection for faces in profile view, pose varied human faces and faces against complex background when making an analysis and comparison existing classical algorithms, we do the research of Gaussian Modeling algorithm for face detection, and analyse the advantage of the KL transform algorithm applied in face detection, then we propose the KL-Gaussian Modeling algorithm in YCbCr color space for face detection, which is designed and implemented on the TMS320DM6437 platform. Furthermore, to develop the DSP platform advantage, the optimization scheme for our designed face detection system is proposed, including floating point algorithm fixed-point realized; optimizing the compiler options to improve code performance; doing some optimization in algorithm modules, such as Gaussian module, corrosion expansion algorithm and fast algorithm for face candidate area located, as for some important time-consuming codes, we use linear assembly optimization. At last, we do some tests on our proposed face detection system with face test set made by ourselves, the result shows that the performance of the system is good with high detection rate and good robustness in the condition that faces with different poses and angles, which is significant to the intelligent development of video surveillance system.

Key words: Face Detection; KL Transform; Gaussian Modeling; Optimization

删除的内容: 、

删除的内容: 、

删除的内容: 、

删除的内容: video coding systems

删除的内容: 、

删除的内容: 、

删除的内容: the paper

删除的内容: begins with

删除的内容: ,

删除的内容: s

删除的内容: s

删除的内容: 、

删除的内容:

删除的内容:

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 人脸检测研究背景	1
1.2 人脸检测研究现状	2
1.2.1 现有人脸检测方法概述	2
1.2.2 人脸检测难点	4
1.2.3 人脸检测研究趋势	5
1.3 论文的研究内容及章节安排	5
第二章 人脸检测算法设计	7
2.1 肤色色彩空间聚类性	7
2.1.1 色彩空间表示	7
2.1.2 人脸肤色可测性	7
2.1.3 人脸肤色 RGB 色彩空间聚类	8
2.1.4 HSI 色彩空间	9
2.1.5 人脸肤色 YCbCr 色彩空间聚类	10
2.2 基于 KL 变换高斯模型	11
2.2.1 KL 变换	11
2.2.2 基于 KL 变换的高斯模型	12
2.2.3 基于 KL 变换高斯模型人脸检测算法框架设计	15
2.3 本章小结	16
第三章 人脸检测算法 DSP 实现	17
3.1 基于 DSP 的人脸检测系统设计	17
3.1.1 人脸检测系统硬件平台	17
3.1.2 人脸检测系统软件开发环境	19
3.1.3 基于 DSP 的人脸检测系统设计	20
3.2 光线补偿模块实现	20
3.2.1 光线补偿必要性	20
3.2.2 光线补偿原理	21
3.2.3 光线补偿算法 DSP 实现及效果	21
3.3 基于 KL 高斯模型算法实现	22

3.3.1 KL 变换实现及效果	22
3.3.2 高斯模型检测实现及效果	24
3.3.3 基于 KL 变换高斯模型人脸检测算法 DSP 实现	25
3.4 形态学开运算处理	27
3.4.1 形态学滤波	27
3.4.2 腐蚀膨胀开运算 DSP 实现及效果	27
3.5 人脸候选区域标记	31
3.5.1 像素标记算法实现	31
3.5.2 区域增长算法实现	33
3.5.3 人脸区域标识 DSP 实现效果	35
3.6 本章小结	36
第四章 人脸检测算法 DSP 优化	37
4.1 编译选项优化	37
4.1.1 编译器优化原理	37
4.1.2 优化编译选项实现及效果	38
4.2 代码级优化	40
4.2.1 KL 变换浮点算法定点实现	40
4.2.2 定点实现效果及分析	41
4.3 算法模块优化	42
4.3.1 高斯算法实现优化及效果	43
4.3.2 腐蚀膨胀实现优化及效果	45
4.3.3 人脸区域标记实现优化及效果	46
4.4 线性汇编级优化	48
4.4.1 线性汇编优化实现	49
4.4.2 均值滤波线性汇编实现及效果	49
4.5 本章小结	50
第五章 人脸检测算法测试结果及分析	51
5.1 人脸检测评价标准	51
5.2 测试图库的选择	51
5.3 部分检测结果展示及分析	52
5.3.1 测试平台	52
5.3.2 部分检测结果展示及分析	52

第六章 结论及展望	55
6.1 本文所做的研究工作总结	55
6.2 未来工作展望	56
参 考 文 献	57
攻读硕士学位期间的研究工作及成果.....	59
致谢语	60

厦门大学博硕士论文摘要库

Table of Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Related Status.....	2
1.2.1 Face Detection Approaches Discussed	2
1.2.2 Difficulty of Face Detection	4
1.2.3 Research Trends.....	5
1.3 Main Research and the Structure of Thesis	5
Chapter 2 Face Detection Algorithm Design	7
2.1 Skin Clustering in Color Space	7
2.1.1 Color Space Expression	7
2.1.2 Skin Color Distribution.....	7
2.1.3 Distribution of Skin Color in RGB Space	8
2.1.4 HSI Color Space	9
2.1.5 Distribution of Skin Color in YCbC Space.....	10
2.2 Gaussian Modeling Based on KL Transform for Face Detection.....	11
2.2.1 KL Transform	11
2.2.2 Gaussian Modeling Based on KL Transform for Face Detection.....	12
2.2.3 Face Detection Algorithm Design Based Gaussian-KL Modeling.....	15
2.3 Chapter Summary	16
Chapter 3 Face Detection Algorithm Implement.....	17
3.1 TMS320DM6437 Development Platform.....	17
3.1.1 TMS320DM6437 Platform Resource.....	17
3.1.2 CCS Development Environment	19
3.1.3 The Design for Face Detection System on DSP.....	20
3.2 Lighting Compensation Implement	20
3.2.1 Need for Lighting Compensation	20
3.2.2 Principle of Lighting Compensation Algorithm	21
3.2.3 Lighting Compensation Implement and Result	21
3.3 KL-Gaussian Modeling Algorithm Implement.....	22
3.3.1 KL Transform Algorithm Implement and Detection Result	22
3.3.2 Gaussian Modeling Algorithm Implement and Detection Result.....	24

删除的内容: r

3.3.3 KL-Gaussian Modeling Algorithm Implement for Face Detection.....	25
3.4 Mathematical Morphology Operation.....	27
3.4.1 Morphological Processing	27
3.4.2 Corrosion Expansion Algorithm Implement and Result.....	27
3.5 Face Candidate Area Located.....	31
3.5.1 Pixel <u>L</u> abeling <u>M</u> ethod Implement	31
3.5.2 Region growing Algorithm Implement.....	33
3.5.3 Face Candidate Area Located Result	35
3.6 Chapter Summary.....	36
Chapter 4 Optimization for Face Detection Algorithm on DSP	37
4.1 Compiler Options Optimize.....	37
4.1.1 Principle of Compiler Options Optimization	37
4.1.2 Achieve Results and Analysis.....	38
4.2 Source Code Optimize	40
4.2.1 KL Transform Algorithm Fixed-Point Implement.....	40
4.2.2 Achieve Results and Analysis.....	42
4.3 Optimization for Algorithms Module	42
4.3.1 Gaussian Modeling Algorithm Optimized and Results	43
4.3.2 Corrosion Expansion Algorithm Optimized and Result	45
4.3.3 Face Candidate Area Located Optimized and Result	46
4.4 Linear Assembly Optimization.....	48
4.4.1 Implementation for Linear Assembly Optimization	49
4.4.2 Linear Assembly Optimization for Mean Filter.....	49
4.5 Chapter Summary	50
Chapter 5 Result and Analysis of the Face Detection System.....	51
5.1 The Standard for Face Detection Algorithm	51
5.2 Choose Face Test set	51
5.3 Detection Results and Analysis	52
5.3.1 Test Platform.....	52
5.3.2 Detection Results and Analysis	52
Chapter 6 Summary and <u>P</u>rospects	55
6.1 Research Summary.....	55
6.2 Future Resarch.....	56

删除的内容: l

删除的内容: method

带格式的: 字体: Times New Roman

带格式的: 字体: Times New Roman

带格式的: 字体: Times New Roman

删除的内容: prospects

References	57
<u>Papers Published</u>	<u>59</u>
Acknowledges	60

删除的内容: PAPERS
Published 5959

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库